

537,374

Rec'd PCT 03 JUN 2005

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/055462 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : F28D 9/00Société Anonyme Simplifiée, 136, boulevard Haussman,
F-75008 Paris (FR).(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003692

(72) Inventeur; et

(22) Date de dépôt international :
12 décembre 2003 (12.12.2003)(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DOMEN,
Jean-Paul [FR/FR]; Le Bois Tranché, F-49230 Vauchre-
tien (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(74) Mandataires : POCHART, François etc.; Cabinet
Hirsch-Pochart, 34, rue de Bassano, F-75008 Paris (FR).

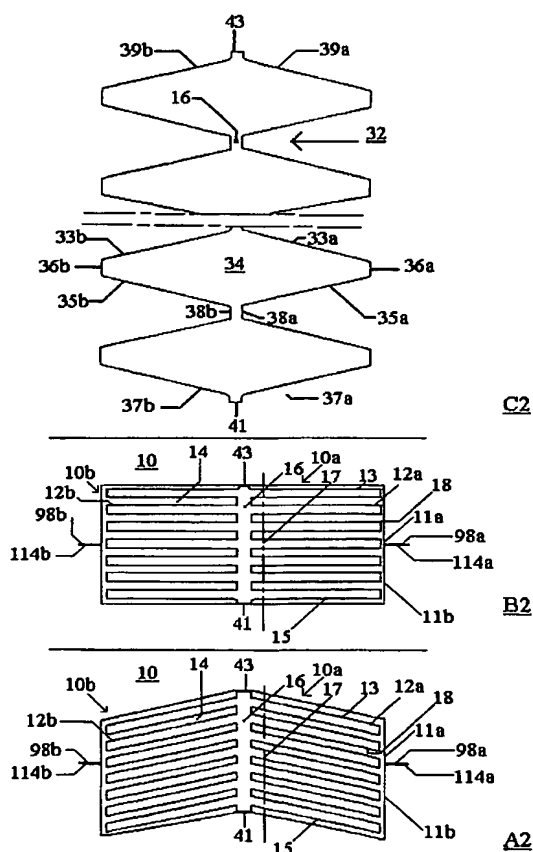
(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/15821 13 décembre 2002 (13.12.2002) FR(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : TECH-
NOLOGIES DE L'ÉCHANGE THERMIQUE [FR/FR];

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: HEAT EXCHANGER, METHODS AND MEANS FOR MAKING SAME

(54) Titre : ECHANGEUR THERMIQUE PROCEDES ET MOYENS DE FABRICATION DE CET ECHANGEUR



(57) Abstract: The invention concerns an elementary heat exchanger comprising a single elongated active monobloc component (10), enclosed in a casing provided with coolant inlet and outlet. The casing consists of two half-shells (11a-b), welded together (98a-b, 114a-b), fixed to the active component. The active component (10) comprises a fishbone cross-section (10a-b), whereof the bones (12a-b) are hollow, oblique, embossed and globally symmetrical. The active component is made from a blank made of resistant material (for example a polymer), in the form of biconvex stiff-walled bellows (33-35-37-39), comparable to those of an accordion whereof the peaks have been struck off (36), narrow bases (38) and a spacing (16) between said bases.

(57) Abrégé : Un tel échangeur élémentaire comprend une pièce active unique monobloc (10), allongée, enfermée dans une enveloppe pourvue de tubulures d'entrée et de sortie. L'enveloppe est constituée par deux demi-coquilles (11a-b), soudées entre elles (98a-b, 114a-b), fixées à la pièce active. La pièce active (10) présente une section droite (10a-b) en forme de colonne vertébrale de poisson, dont les arêtes (12a-b) sont creuses, obliques, gaufrées et globalement symétriques. La pièce active est réalisée à partir d'une ébauche en matériau inaltérable (un polymère, par exemple), en forme de soufflets biconvexes à parois raides (33-35-37-39), comparables à ceux d'un accordéon qui auraient des crêtes arasées (36), des fonds étroits (38) et un espacement (16) entre ces fonds.

WO 2004/055462 A1



RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US seulement*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

ECHANGEUR THERMIQUE PROCEDES ET MOYENS DE FABRICATION DE CET ECHANGEUR

5 L'invention se rapporte à un échangeur thermique, d'un type entièrement nouveau, ainsi qu'à ses procédés et à ses moyens de fabrication.

Les échangeurs de chaleur entre deux fluides sont utilisés partout où l'on a besoin de récupérer ou d'évacuer de la chaleur, sans pour autant mélanger le fluide qui la transporte avec le fluide qui l'évacue. Dans les échangeurs thermiques, au moins l'un des deux fluides
10 est confiné, c'est-à-dire forcé dans sa totalité de circuler dans un espace limité, cependant que l'autre peut ne l'être que partiellement ou pas du tout. C'est le cas, par exemple, des radiateurs de chauffage central à eau chaude, suivant qu'ils sont ou non partiellement coffrés. C'est également le cas de l'échangeur thermique d'une pompe à chaleur, parcouru par un gaz froid et immergé dans un cours d'eau. Lorsque les deux fluides concernés doivent être confinés,
15 notamment pour pouvoir être récupérés et recyclés, l'échangeur thermique à utiliser doit alors comprendre une ou plusieurs pièces actives internes, entourées par une pièce externe ou enveloppe, toutes pourvues de tubulures de connexion, la pièce externe étant généralement calorifugée.

Il existe plusieurs modes de fonctionnement des échangeurs thermiques : à contre-courant, co-courant et à courants croisés. L'avantage d'un échangeur, opérant à contre-courant, est qu'il permet de transférer, du fluide chaud vers le fluide froid, pratiquement toute la différence de température qui existe entre eux. L'échangeur co-courant ne permet que d'atteindre une température intermédiaire entre celles des deux fluides. Quant à l'échangeur à courants croisés, sa structure étant différente de celle des précédents, il est moins efficace que
20 celui à contre-courant mais cependant bien adapté à des usages particuliers (radiateurs usuels d'automobile, par exemple).

Les échangeurs thermiques doivent tous, pour avoir une efficacité maximale, présenter les caractéristiques suivantes : avoir (1) des surfaces actives, c'est-à-dire participant directement à l'échange thermique, aussi grandes que possible, (2) des épaisseurs de passage
30 pour les deux fluides, à la fois faibles et sensiblement constantes tout le long des surfaces actives, afin que pratiquement toute la masse du ou des fluides confinés participe à l'échange, et (3) une section totale de passage importante pour le ou les fluides confinés, proportionnelle à la puissance thermique à échanger, afin de minimiser les pertes de charge.

Dans de nombreuses applications industrielles, les parois actives des échangeurs
35 thermiques à contre-courant utilisés, sont réalisées en un métal bon conducteur de chaleur, adapté aux fluides concernés. De l'acier inoxydable d'un type particulier, donc onéreux, est, par exemple, nécessaire dans le cas où l'un des deux fluides est relativement corrosif (eau de

mer, par exemple). Plusieurs modèles métalliques d'échangeurs thermiques entre deux fluides confinés circulant à contre-courant, existent sur le marché. Ils sont, pour la plupart, constitués par un empilement de plaques rectangulaires de grandes dimensions, séparées les unes des autres par des joints étanches, et par des chambres de raccordement permettant à chacune des faces de ces plaques d'être en contact avec un fluide différent. Pour être en accord avec les caractéristiques de tous les échangeurs thermiques visées ci-dessus, ce type d'appareil est nécessairement lourd et encombrant dans les trois dimensions. Afin de réduire les pertes, sa forme optimale se rapproche du cube. Ces deux inconvénients s'ajoutent à celui de leur coût de fabrication élevé, qui résulte du nombre d'opérations à effectuer, proportionnel au nombre de plaques à assembler. Dans le cas d'un échangeur thermique pour fluide corrosif, il faut en outre tenir compte du prix relativement élevé du métal utilisé.

On utilise également des échangeurs thermiques à contre-courant en matière plastique, pour les qualités d'inaltérabilité de ce matériau, qui leur permettent de supporter sans dommage la plupart des fluides corrosifs. A ce premier avantage, s'ajoutent leur poids et leur coût de matière première plus faibles. Ensemble, ces avantages compensent largement le déficit de conductivité thermique des matériaux plastiques et le fait que la température maximale des fluides concernés doit généralement être inférieure à 100 ou 120°C. Jusqu'à présent, il est courant de réaliser en plastique des échangeurs thermiques entre deux fluides confinés circulant à contre-courant, au moyen d'un faisceau de tuyaux de petit diamètre, relativement longs, installés en quinconce dans un tuyau de grand diamètre. Les fluides interne et externe aux petits tuyaux circulent en sens inverse. L'avantage des tuyaux de petit diamètre est, bien entendu, d'augmenter au mieux les surfaces actives d'échange pour une section donnée du gros tuyau et de diminuer les épaisseurs maximales de fluide entourant ces petits tuyaux, ce qui améliore les échanges entre l'intérieur et l'extérieur de ces tuyaux. Mais ce type d'échangeurs thermiques présente un inconvénient majeur qui vient de ce qu'il faut réaliser un branchement étanche aux deux extrémités de chaque tuyau et, en outre, s'assurer que le faisceau constitué est, sur toute sa longueur, régulièrement disposé à l'intérieur du gros tuyau. Cela, pour que toutes les parois des tuyaux intérieurs soient entourées de la même épaisseur réduite de fluide, afin que l'échange thermique puisse s'effectuer dans les meilleures conditions. Cette opération de montage est, elle aussi, relativement coûteuse, du fait du grand nombre d'opérations minutieuses d'assemblage et de soudure qu'elle comporte.

Dans le cas de certains dispositifs d'échange thermique entre un fluide confiné et l'air extérieur, incorporés aux réfrigérateurs et/ou congélateurs, tels que ceux décrits dans la demande de brevet européen publié sous le N° EP 1 122505 A1, le 08 août 2001, les échangeurs thermiques élémentaires qui les constituent sont métalliques et formés par deux plaques rectangulaires ondulées et/ou pourvues de bossages. Ces plaques comportent deux bagues de connexion installées en deux coins opposés et elles sont symétriquement montées

l'une sur l'autre, de manière à pouvoir constituer des éléments creux et plats, pourvus d'une entrée et d'une sortie diamétralement opposées. Les bords périphériques de chaque paire de plaques et de bagues sont soudés les uns aux autres, d'une manière continue, et les zones de contact des bossages ou les lignes de contact des sommets des ondulations, soudées par des points relativement espacés. Pour diminuer le coût de l'assemblage de plusieurs échangeurs thermiques élémentaires creux et plats de ce genre, des procédés automatiques ont été développés, notamment celui décrit dans le brevet US N° 4,860,421 du 29 août 1989.

Le premier objet de l'invention est un procédé pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire, d'un type entièrement nouveau, dont les spécifications sont les suivantes : être monobloc, c'est-à-dire sans assemblage ni soudure, et avoir grande efficacité, encombrement limité, poids réduit, faible coût de production et, généralement, inaltérabilité intrinsèque, à l'égard des fluides corrosifs.

Le deuxième objet de l'invention est un tel échangeur thermique élémentaire, comportant une pièce active unique compacte.

Le troisième objet de l'invention concerne un tel échangeur thermique élémentaire, facile à fabriquer à l'aide des machines-outils et des équipements usuels de production automatique de l'industrie.

Le quatrième objet de l'invention est une ébauche de cet échangeur thermique élémentaire, qu'une opération simple peut transformer en pièce active de cet échangeur.

Le cinquième objet de l'invention est un moule particulier, adapté à la fabrication d'une telle ébauche de la pièce active de cet échangeur thermique élémentaire.

Selon l'invention, un procédé pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire monobloc, à grande efficacité, encombrement limité, poids réduit, faible coût de production et, généralement, inaltérabilité intrinsèque, est caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réaliser dans un moule, par thermosoufflage ou hydroformage, une ébauche en un matériau adéquat, constituée par un empilement de soufflets globalement biconvexes, relativement profonds en regard de la dimension transversale de l'ébauche et comparables à ceux d'un accordéon, lesdits soufflets comportant des parties centrales allongées, pourvues de raccords d'extrémités, de flancs, de crêtes et de fonds ayant respectivement des formes adaptées à ce que ces flancs aient une raideur beaucoup plus grande que celles des fonds et des crêtes, ledit empilement étant de son côté pourvu de deux tubulures de connexion, centrées sur les axes d'empilement desdits raccords d'extrémités ;

- les éléments constitutifs de cette ébauche étant à températures, souplesses et élasticités appropriées, leur appliquer une dépression interne et/ou des forces de compression externes,

parallèle à l'axe d'empilement des soufflets, puis relâcher et/ou arrêter ces dépression et/ou forces de compression, lorsque la pièce comprimée ainsi réalisée devient un empilement de paires de plaques creuses, communicantes et globalement symétriques, à épaisseur interne et écartement faibles, sensiblement constants;

- 5 - si nécessaire, après le refroidissement de la pièce ainsi réalisée, entourer celle-ci d'un organe en assurant le serrage, afin de maintenir à leurs valeurs initiales les écarts entre les parois des paires de plaques.

10 Selon une caractéristique particulière de ce procédé, le moule à utiliser pour sa mise en œuvre comporte des rainures évasées, à crêtes et fonds rectilignes, étroits et parallèles, les flancs de ces rainures sont gaufrés, les bosses d'un flanc faisant face aux creux de l'autre.

 Selon deux caractéristiques complémentaires de la précédente, les plans moyens des flancs gaufrés du moule forment des angles de 20 à 30° avec leur plan de symétrie et leurs raccords d'extrémités ont des profils de surfaces retournables.

15 Selon l'invention, un échangeur thermique élémentaire monobloc à grande efficacité, encombrement limité, poids réduit, faible coût de production et, généralement, inaltérabilité intrinsèque, est caractérisé en ce que :

- il est constitué par une pièce active unique, sans assemblage ni soudure, formée par un empilement de paires de plaques allongées, creuses, communicantes et globalement symétriques ;
- 20 - les faces internes des parois de chaque plaque creuse, de même que les faces externes des parois de deux plaques creuses contiguës, sont en tous points séparées les unes des autres par des espaces étroits, sensiblement constants ;
- ces paires de plaques creuses constituent les conduits élémentaires de la pièce active qui comportent des parties centrales dont les deux extrémités sont reliées les unes aux autres,
- 25 par deux raccords creux ;
- chaque conduit élémentaire de la pièce active possède deux collecteurs d'alimentation dont les axes sont confondus avec les axes d'empilement des raccords d'extrémités ;
- l'une des extrémités de chaque collecteur se termine par une tubulure de connexion de la pièce active.

30 Selon une caractéristique particulière de cet échangeur thermique, les parois des paires de plaques creuses sont gaufrées et globalement symétriques, cependant que leurs plans longitudinaux moyens sont perpendiculaires à leur plan de symétrie.

 Selon une autre caractéristique particulière de cet échangeur thermique élémentaire, les parois des paires de plaques creuses sont gaufrées et globalement symétriques, cependant que

35 leurs plans longitudinaux moyens forment ensemble des dièdres de 120 à 160° et que leurs raccords creux d'extrémités ont été réalisés à partir de surfaces retournables.

Grâce à ces dispositions, on peut réaliser, au moyen de techniques connues, plusieurs types d'échangeurs thermiques élémentaires, satisfaisant les spécifications énoncées plus haut. Pour ce faire, on utilisera les techniques de thermosoufflage ou d'hydroformage. Le thermosoufflage est la mise en forme à chaud, sous forte pression pneumatique, de polymères ou de verre. Cette technique est utilisée pour la fabrication de récipients, flacons et bouteilles de toutes sortes, aux formes relativement complexes. L'hydroformage est l'emboutissage à froid, sous très forte pression hydraulique, de tubes ou de plaques métalliques. Cette technique est utilisée dans de nombreuses industries, pour réaliser des pièces creuses ou des composants aux formes complexes.

Les spécialistes du thermosoufflage savent par expérience que les récipients, réalisés par cette technique, ne peuvent avoir des parois à épaisseur constante, dès lors que ces récipients comportent des parties creuses relativement étroites et profondes. Dans le cas de la présente invention, au cours d'une opération de thermosoufflage, les éléments de la tranche de paraison (la masse pâteuse creuse de verre ou de polymère à mettre en forme, en langage de verrier), comprise entre les bords extérieurs de deux crêtes contiguës parallèles des rainures évasées du moule utilisé pour la fabrication d'une ébauche à soufflets, connaissent des sorts différents en fonction de leur position par rapport à ces crêtes. Le long des crêtes du moule, se forment les fonds des soufflets de l'ébauche et l'épaisseur de ces fonds est sensiblement celle de la paraison. Le long des flancs du moule, la tranche de paraison initialement plane, comprise entre les bords intérieurs des crêtes du moule, se gonfle et, en diminuant progressivement d'épaisseur, s'applique sur les flancs des rainures du moule. A la fin, si tout a été prévu pour que tout se passe bien, elle devient relativement mince ou très mince et elle s'applique sur le fond de la rainure, pour former la crête de l'ébauche, sinon cette crête est trouée et l'ébauche réalisée, inutilisable. En cas de bonnes conditions de fabrication, l'épaisseur des fonds des soufflets d'une telle ébauche est supérieure à l'épaisseur moyenne de leurs flancs et très supérieure à l'épaisseur de leurs crêtes. Le rapport entre les épaisseurs des fonds et des crêtes des soufflets dépend du rapport entre la largeur de la tranche de paraison comprise entre deux crêtes des rainures du moule et le double de leur profondeur ou encore du sinus du demi-angle du dièdre formé par les plans moyens des flancs des rainures. En deçà d'une valeur minimale de ce demi-angle, les crêtes des soufflets ne peuvent pas être complètement formées. La valeur optimale de ce demi-angle est comprise entre 20 et 30°, le minimum étant imposé par l'angle minimal de formation correcte des crêtes de la pièce thermosoufflée et le maximum par l'angle maximal de retournement des surfaces des raccords d'extrémité des soufflets. Les considérations précédentes s'appliquent sans grand changement aux opérations d'hydroformage de paraisons métalliques.

Dans un premier cas de mise en œuvre du procédé selon l'invention, en utilisant un polymère ou un métal relativement souple et élastique à froid, (du polyéthylène ou du laiton,

par exemple) il est simple, grâce aux techniques connues de thermosoufflage et d'hydroformage, de fabriquer une ébauche, selon l'invention, qui comporte des soufflets à flancs gaufrés dont les plans longitudinaux moyens forment des dièdres présentant un demi-angle trop important, 45° par exemple, qui empêche tout retournement de leurs raccords d'extrémité. Ensuite, comme les crêtes et les fonds des soufflets sont beaucoup moins raides que les flancs, il est aisé (1) d'écraser à froid cette ébauche, pour lui donner la forme d'un empilement de paires de plaques creuses, globalement symétriques et communicantes, ayant des épaisseurs internes et des espacements faibles et sensiblement constants et des plans longitudinaux moyens perpendiculaires à leur plan de symétrie et (2) de lui conserver cette forme initiale au moyen d'un organe approprié en assurant le maintien par serrage.

Dans un deuxième cas de mise œuvre du procédé selon l'invention, en moulant une ébauche, de forme identique à celle de la précédente, en verre ou en un polymère souple à chaud et relativement raide à froid (du polypropylène, par exemple), puis en procédant à chaud à un écrasement approprié de cette ébauche pour lui donner la forme recherchée et ensuite en laissant refroidir la pièce ainsi réalisée, dans un gabarit adéquat, la forme donnée à cette pièce est stable et définitive. Tout organe pouvant en assurer le maintien par serrage devient alors totalement inutile.

Dans ces premier et deuxième cas, grâce à la caractéristique particulière du procédé défini plus haut, les flancs des soufflets de l'ébauche réalisée sont gaufrés. Du fait de ce gaufrage, (une succession alternée de creux et de bosses, en forme de toits à quatre pentes, par exemple) le moment d'inertie des parois par rapport à leur plan moyen augmente énormément et, en conséquence, la raideur des flancs des soufflets devient très grande (>100) par rapport à celles de leurs fonds, bien que l'épaisseur de ceux-ci soient, en cas de thermosoufflage, beaucoup plus grande que l'épaisseur moyenne des flancs des soufflets. En conséquence, dans ces deux cas, les crêtes et les fonds des soufflets se comportent en charnières relativement souples dans le premier cas et très souples dans le deuxième. En effet, le rapport entre la raideur des flancs gaufrés et celle des fonds relativement épais des soufflets de l'ébauche augmente rapidement peu après sa sortie du moule puisque les flancs relativement minces se refroidissent beaucoup plus vite que les fonds relativement épais. Dans les deux cas, la raideur importante des parois gaufrées des plaques creuses interdit toute déformation ultérieure de leur empilement.

Dans un troisième cas de mise en œuvre du procédé selon l'invention, les plans moyens des flancs gaufrés relativement profonds des soufflets forment des dièdres d'environ 50° et leurs raccords d'extrémités sont des surfaces retournables. Dans ces conditions, en conservant le matériau de l'ébauche du deuxième cas visé plus haut, sous l'action de la dépression interne et/ou des forces de compression externes appliquées à cette ébauche, les surfaces convexes de ses demi-soufflets soumises à cette force basculent et deviennent concaves et ils le demeurent,

grâce au retournement stable des flancs des raccords d'extrémités de ces demi-soufflets. En dépit de la force de cambrage engendrée par le retournement de ces raccords d'extrémités, est interdite toute courbure ultérieure des plans longitudinaux moyens de ces plaques gaufrées particulièrement raides.

5 On notera, dans ce troisième cas de mise en œuvre du procédé selon l'invention, que le retournement des soufflets de l'ébauche ne concerne réellement que les raccords d'extrémité de ces soufflets, puisque leurs parties centrales ne subissent qu'un simple repli, mais le retournement de ces raccords d'extrémités assure le maintien et la stabilité de ces replis. Un tel retournement est stable par le fait que les raccords d'extrémités des parties centrales des
10 soufflets, sont des surfaces retournables, des demi-troncs de cône, par exemple. Ces surfaces possèdent une telle propriété parce que la profondeur des soufflets et de leurs raccords d'extrémités est suffisamment importante en regard de la dimension transversale de l'ébauche. Une telle disposition est nécessaire puisque deuxième caractéristique obligatoire d'une surface retournable, la première étant, dans le cas d'un tronc de cône, un demi-angle au
15 sommet inférieur à environ 60°. On sait en effet que le retournement d'une surface retournable comporte une courte phase de flambage entre les deux états stables de cette surface. Un tel flambage de transition ne peut exister que dans le cas où les flancs des soufflets sont à la fois, pas trop écartés les uns des autres et, relativement profonds en regard de la dimension transversale de l'ébauche, compte tenu de l'épaisseur de leur paroi et du
20 module d'Young du matériau utilisé. A titre indicatif, la profondeur des soufflets pourra, par exemple, compte-tenu de ces deux paramètres, varier de 95 à 50% du rayon de raccords d'extrémité tronconiques. On notera pour finir que, dans le cas d'un accordéon, cette dimension relative des soufflets est, en général, de 10 à 15% seulement, ce qui a pour effet de permettre de plier et de déployer sans effort leurs raccords d'extrémités, en l'absence de tout
25 phénomène bistable.

Selon l'invention, un échangeur thermique entre deux fluides confinés, qui comprend dans une enveloppe un ou plusieurs de ces échangeurs élémentaires, est caractérisé en ce que ;

- l'enveloppe est formée par deux demi-coquilles qui entourent complètement d'une manière étanche ce ou ces échangeurs élémentaires, en en épousant la ou les formes
30 extérieures globales, tout en ménageant des espaces étroits à leur égard et en gardant contact avec les lignes centrales externes de leurs deux plaques creuses d'extrémités ;

- chaque demi-coquille enveloppe une moitié longitudinale d'un échangeur élémentaire ou de l'ensemble formé par plusieurs échangeurs et comporte, à chacune de ses extrémités, une ou plusieurs demi-tubulures de connexion, et dans son fond, une ou plusieurs ouvertures
35 de fixation ;

- les bords de ces demi-coquilles et de ces demi-tubulures sont fixés les uns aux autres d'une manière étanche, et le ou les bords de cette ou de ces ouvertures, fixés de même à l'une des deux tubulures de connexion de cet échangeur ou de chacun de ces échangeurs.

Selon l'invention, le moule pour fabriquer une ébauche de la pièce active de l'échangeur thermique élémentaire, définie plus haut, comprend deux mâchoires métalliques, en forme de blocs parallélépipédiques, symétriques par rapport à leur plan de joint ;

- dans chacun de ces blocs, sont creusées des rainures évasées, relativement longues, à crêtes et fonds rectilignes étroits et parallèles, dont les deux flancs sont gaufrés, creux et bosses de l'un faisant face aux bosses et creux de l'autre,

- les crêtes des bossages de séparation des rainures sont parallèles au plan de joint et elles présentent, à l'égard de ce plan, un écart supérieur à leur propre largeur ;

- les angles formés avec leur plan de symétrie par les plans longitudinaux moyens des flancs gaufrés de chacune des rainures du moule sont supérieurs à un angle minimal imposé pour les conditions de moulage correct de l'ébauche et, de préférence, inférieur l'angle maximal de retournement des raccords d'extrémités de l'ébauche à réaliser, cet angle maximal étant imposé par la limite de rupture du matériau utilisé ;

- les extrémités des flancs et des fonds des rainures se rejoignent pour former deux surfaces symétriques, le cas échéant, à profil retournable, tels des demi-troncs de cône, qui aboutissent au plan de joint du moule, les deux axes d'empilement de ces deux surfaces étant situés dans ce plan de joint ;

- ces deux axes d'empilement étant ceux des futurs collecteurs d'alimentation des conduits élémentaires de ladite pièce active, des portions coaxiales de cylindre sont taillées dans chacun des bossages séparant deux rainures contiguës, afin de délimiter ces collecteurs ;

- à l'une des extrémités de chacun de ces axes est aménagée une cavité semi-cylindrique, destinée à mouler la moitié de l'une des deux tubulures de connexion d'un échangeur élémentaire ;

- l'une de ces cavités semi-cylindriques débouche sur l'extérieur.

Un procédé pour fabriquer par thermosoufflage une ébauche en verre ou en polymère de la pièce active de l'échangeur thermique élémentaire selon l'invention, défini ci-dessus, comprend les étapes suivantes :

- au moyen d'une extrudeuse, réaliser, avec le matériau choisi, une paraison creuse relativement plate ;

- introduire cette paraison entre les deux mâchoires du moule défini ci-dessus ;

- fermer les mâchoires du moule et, à cette occasion, sceller par soudure les extrémités haute et basse de la paraison en place ;

- insérer une buse dans la cavité ouverte des mâchoires du moule et lui faire perforer la paraison ;

- appliquer un court instant, à l'intérieur de la paraison, une pression pneumatique élevée, de manière à réaliser à chaud par thermosoufflage une ébauche de la pièce active, qui reproduit les rainures du moule et ressemble aux soufflets biconvexes d'un accordéon ;

- retirer la buse, ouvrir les mâchoires du moule et enlever l'ébauche.

5 Un procédé pour fabriquer par hydroformage, une ébauche en métal de la pièce active de l'échangeur thermique élémentaire selon l'invention, défini ci-dessus, comprend les étapes suivantes :

- introduire un tube métallique aplati de longueur appropriée, entre les deux mâchoires d'un moule à haute résistance mécanique, du type défini ci-dessus, puis fermer ces mâchoires et, à cette occasion, sceller les extrémités du tube en place ;

10 - insérer une buse dans la cavité ouverte du moule, de façon qu'elle soit engagée d'une manière étanche dans ce tube ;

- appliquer un très court instant, à l'intérieur du tube, une pression hydraulique élevée, adaptée à plaquer le métal sur les parois du moule, afin de réaliser à froid une ébauche à parois minces de la pièce active, qui reproduit les rainures du moule et ressemble aux soufflets biconvexes d'un accordéon ;

- retirer la buse, ouvrir les mâchoires du moule et enlever l'ébauche.

20 Grâce à l'ensemble de ces dispositions, on réalise totalement les objets de l'invention, à savoir des échangeurs thermiques, adaptés à opérer à contre-courant, conformes aux trois caractéristiques et aux spécifications visées plus haut. On notera plus particulièrement que les échangeurs thermiques monoblocs selon l'invention ont un coût de production limité, principalement dû à l'absence totale d'opérations d'assemblage et de soudure de la pièce active. Cette absence de soudures est de plus une caractéristique particulièrement appréciable

25 dans tous les domaines de l'industrie qui connaissent des vibrations.

L'efficacité des échangeurs thermiques selon l'invention dépend de la conductibilité thermique et donc de l'épaisseur des parois de leur pièce active. Cette épaisseur est une fonction, d'une part, de l'épaisseur de la paraison ou du tube métallique visés plus haut et, d'autre part, du rapport de leur circonférence et du périmètre de la section droite de l'ébauche.

30 Un même moule permet de réaliser des ébauches dont l'épaisseur des parois peut, en général, varier du simple au double.

La grande surface d'échange nécessaire à tout échangeur thermique est aisément obtenue dans le cadre de l'invention puisque les plaques creuses de la pièce active peuvent être nombreuses (jusqu'à 30, par exemple) et relativement longues (de 50 à 150 cm, par exemple). Cela compense la largeur individuelle relativement limitée de ces plaques, lorsque

35 l'épaisseur moyenne de leurs parois est faible. En effet, toute pression différentielle notable, affectant des plaques creuses à parois minces, entraîne leur déformation, plus ou moins

importante en fonction de leur largeur, et donc soit un écrasement de leurs espaces de séparation et une augmentation de leur épaisseur interne, soit le contraire. L'une ou l'autre de ces déformations entraînerait une diminution de l'échange thermique réalisé. Ces déformations sont toutefois très réduites avec des plaques creuses à parois gaufrées. La grande

5 raideur de parois minces gaufrées autorise des largeurs de plaques allant jusqu'à 125 mm.

Lorsque l'on utilise du verre pour fabriquer la pièce active de l'échangeur, les effets négatifs d'une telle pression différentielle peuvent cependant être assez facilement compensés, si l'on donne aux plaques creuses une largeur relativement plus importante que celle indiquée plus haut, tout en augmentant l'épaisseur des parois gaufrées de ces plaques.

10 Comme le verre a une conductivité thermique double de celle de l'eau, cette double augmentation devient aisément possible pour de nombreuses applications. On notera que la tenue en surpression relative de la pièce active d'un échangeur thermique pourvu d'une enveloppe est importante (deux à trois bars, pour des parois de pièce active de 0,5 mm). En revanche, toute pression à l'intérieur de l'enveloppe qui serait trop supérieure (au-delà de 100

15 millibars, par exemple) à celle à l'intérieur de la pièce active entraînerait un écrasement de cette pièce. Ce cas particulier d'utilisation d'un échangeur thermique selon l'invention est donc à proscrire.

Les faibles épaisseurs respectives de passage des fluides dans l'échangeur sont déterminées par l'épaisseur interne des plaques creuses et par celle de leurs espaces de

20 séparation, ces deux épaisseurs étant sensiblement égales lorsque les deux fluides concernés sont de même nature. En revanche, lorsque l'un est un gaz et l'autre un liquide, leurs débits massiques et leurs capacités calorifiques respectifs seront pris en considération pour déterminer au mieux les épaisseurs des passages à réaliser.

La section totale de passage du fluide confiné dans l'échangeur est le produit de la

25 section de chaque conduit élémentaire, formé par chaque paire de plaques creuses de la pièce active, par le nombre de ces plaques. La surface de la section d'un conduit élémentaire est limitée pour les raisons exposées plus haut mais le nombre de plaques creuses peut être relativement grand. En outre, lorsque la puissance thermique à échanger est importante, il est

30 encore, d'installer plusieurs échangeurs thermiques élémentaires en parallèle dans une enveloppe unique.

Pour ce qui est de l'encombrement réduit d'un échangeur thermique selon l'invention, il découle du fait que, malgré une grande longueur possible, les deux dimensions de la section droite de son enveloppe sont relativement faibles et proches l'une de l'autre dès lors qu'il ne

35 comporte qu'une seule pièce active.

Pour ce qui est de son faible poids, il découle du fait que le polymère utilisé (du polypropylène, par exemple) a une densité relativement faible et que les parois de la pièce

active et de son enveloppe, qui ensemble constituent l'appareil, ont des épaisseurs a priori limitées. Dans le cas de pièces actives en métal (acier inox ou titane, par exemple), l'épaisseur des parois peut demeurer faible du fait de la résistance mécanique élevée du métal, ce qui en compense la densité plus grande et permet à l'ensemble de conserver un poids réduit. Une telle propriété sera moins caractérisée dans le cas du verre.

On notera ici que la bonne tenue aux fluides corrosifs est une propriété intrinsèque de la plupart des polymères susceptibles d'être utilisés pour la fabrication des pièces composant l'échangeur thermique selon l'invention. Il en est évidemment de même du verre et des métaux spéciaux, prévus à cet effet.

Quant au prix de fabrication réduit l'appareil, il découle (1) du fait que, dans le cas d'un échangeur thermique pour deux fluides confinés, qui ne comporte qu'une seule pièce active monobloc, il comprend au plus trois pièces faciles à fabriquer et à assembler, (2) du petit nombre d'opérations automatiques à réaliser à cet effet et (3) de l'amortissement, sur un très grand nombre d'unités, du prix généralement élevé des moules. Quant aux équipements automatiques de mise en œuvre des procédés de fabrication, on notera qu'ils sont courants dans les ateliers de fabrication de récipients de toutes formes, en plastique, en verre ou en métal, et que les aménagements et les compléments à leur apporter selon l'invention, sont à la portée de tout professionnel du métier concerné.

On notera que l'emploi d'un polymère adéquat, et notamment du polypropylène, de l'ABS ou du polycarbonate, pour la fabrication des échangeurs thermiques élémentaires selon l'invention, sera le cas le plus général. Il en sera ainsi pour les radiateurs de chauffage et, plus généralement, de climatisation de l'intérieur des automobiles, qui comporteront un échangeur thermique élémentaire et son enveloppe. Dans ces radiateurs, l'eau de refroidissement du moteur ou le fluide réfrigérant circulera dans la pièce active et, à contre-courant tout autour de cette pièce, un flux d'air forcé. Un autre exemple, comparable au précédent, est celui des échangeurs thermiques de condensation, utilisés dans les lave-vaisselle et les sèche-linge. Un autre exemple particulier est celui des radiateurs de chauffage central à eau chaude qui, en général, utiliseront plusieurs échangeurs thermiques élémentaires nus (sans enveloppe), installés en parallèle. Il en sera de même pour les échangeurs thermiques des pompes à chaleur, installés dans un courant d'eau. Les échangeurs élémentaires en verre permettront de satisfaire les besoins de nombreux laboratoires de chimie. Quant à ceux réalisés en un métal approprié, ils satisferont les souhaits des certaines industries de haute technologie qui traitent des fluides corrosifs à température élevée. On notera que des échangeurs thermiques aux dimensions réduites permettent de satisfaire les constructeurs de matériels électroniques qui souhaitent disposer de moyens plus efficaces pour refroidir certains composants de leurs appareils et notamment les microprocesseurs et les transistors de puissance.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'une manière plus précise des descriptions qui vont suivre, de formes de réalisation, données à titre d'exemples non limitatifs, illustrées par les dessins ci-après dans lesquels :

- la figure 1 représente à droite en A1, une section longitudinale selon le plan 17 des figures 2 et 3, ci-après, (section simplifiée) d'un échangeur thermique élémentaire selon l'invention, au centre, une section longitudinale simplifiée B1 de l'ébauche de cet échangeur et, à gauche, une vue de face réelle C1 de cette ébauche ou de cet échangeur, (les illustrations simplifiées A1 et B1 comportent un effacement des gaufrages) ;
- la figure 2 représente des sections transversales réelles A2, B2 et C2 de deux échangeurs thermiques élémentaires selon l'invention, réalisées suivant l'axe de coupe CC' qui passe le long de la ligne médiane entre un creux et une bosse du gaufrage des parois de l'échangeur représenté en C1 ;
- la figure 3 représente des demi-sections transversales réelles décalées A3, B3 et C3 de deux échangeurs thermiques élémentaires selon l'invention, réalisées suivant les axes de coupe décalés AA' et BB', qui traversent respectivement un creux et une bosse du gaufrage des parois de l'échangeur représenté en C1 ;
- la figure 4 représente une vue en perspective simplifiée du bloc constituant le demi-moule de fabrication de l'ébauche de la pièce active de l'échangeur thermique élémentaire selon l'invention ;
- la figure 5 représente en perspective simplifiée la moitié de chacune des deux demi-coquilles de l'enveloppe d'un échangeur thermique élémentaire selon l'invention.
- la figure 6 représente la vue de face de la paroi gaufrée d'une plaque creuse d'un échangeur thermique monobloc ou de l'un des flancs gaufrés du moule concerné ;
- la figure 7 représente la vue en coupe de deux plaques creuses contiguës à parois gaufrées d'un tel échangeur.

Les figures 1, 2 et 3 concernent deux formes de réalisation d'un échangeur thermique élémentaire selon l'invention. Pour l'un, les plans longitudinaux moyens des paires de plaques creuses allongées de ces échangeurs forment ensemble des dièdres de 150° (sections A2 et A3) et, pour l'autre, ils sont perpendiculaires à leur plan de symétrie (sections B2 et B3). Dans le premier cas, l'échangeur a été réalisé par compression et retournement des soufflets et des raccords d'extrémités d'une ébauche en forme d'accordéon et, dans le second, par compression symétrique de ces soufflets et de ces raccords.

La vue C1 fait apparaître le gaufrage des parois d'extrémité d'un échangeur thermique élémentaire ou d'une ébauche de cet échangeur. Ce gaufrage est formé par une succession alternée de creux 120 et de bosses 122, en forme de toits à quatre pentes (décrits en détail à la figure 6). Trois plans de coupe transversaux décalés sont pratiqués pour pouvoir décrire les conséquences géométriques de ce gaufrage : les demi-plans AA' et BB' à travers

respectivement une bosse 122 et un creux 120 de la paroi d'une plaque et le plan CC', le long de la ligne de séparation des creux et des bosses d'une paire de plaques.

Selon la figure 2, la section transversale A2 fait apparaître la section droite 10, suivant le plan de coupe CC', de la pièce active d'un échangeur de petites dimensions et celles 11 a-b des deux demi-coquilles de son enveloppe. La section 10 de la pièce active a la forme d'une colonne vertébrale de poisson, pourvue de sept paires d'arêtes creuses 12 a-b, obliques et parallèles entre elles. La cavité intérieure 14 de chaque arête 12 a-b est étroite (2 mm, par exemple) et les deux arêtes globalement symétriques d'une paire communiquent entre elles par un canal commun 16, ayant sensiblement la même largeur que l'épaisseur interne de la cavité 14. Les parois de ces arêtes 12 a-b sont réalisées en polymère, doué d'une bonne stabilité mécanique jusqu'à au moins 100°C (du polypropylène, par exemple) et elles ont 0,5 mm d'épaisseur moyenne et une largeur de 25 mm. L'écart 18 entre deux arêtes contiguës est à peu près égal à l'épaisseur interne de la cavité 14. La distance entre les parois extérieures 13-15, des deux arêtes extrêmes de la section droite 10, est de 35 mm.

La section longitudinale simplifiée A1 (gaufage effacé) d'une pièce active 20, selon le plan de coupe décalé 17 de la section A2 fait apparaître sept conduits élémentaires, constitués par sept paires d'arêtes creuses allongées globalement symétriques 22, disposées comme celles 12 a-b de la section transversale A2. Ces arêtes allongées globalement symétriques 22 se partagent le canal central commun 16, lequel occupe tout le plan de symétrie de l'échangeur. Les arêtes allongées 22 comprennent des parties centrales rectilignes 23, dont les extrémités sont reliées entre elles par des demi-troncs de cônes 24 et 26 à parois creuses. Les centres de ces deux séries de demi-troncs de cône sont alignés sur deux axes 25 et 27, à la fois parallèles entre eux, perpendiculaires aux bords extérieurs des plaques creuses 22, et situés dans leur plan de symétrie longitudinale. Ces axes 25-27 sont ceux des deux collecteurs d'alimentation de chacun des conduits élémentaires, constitués par chaque paire de plaques creuses 22. Ces collecteurs débouchent sur les deux tubulures de raccordement 28-30 de la pièce active 20, lesquelles sont représentées, disposées en sens inverses et pourvues d'épaulements de fixation 29-31 (voir sections A1 et C1). L'entraxe des tubulures 28-30 peut être important (jusqu'à 150 cm) mais, en pratique, il dépend des possibilités des machines disponibles pour la fabrication des ébauches des pièces actives des échangeurs élémentaires.

La coupe transversale B2 est réalisée selon le plan de coupe CC' d'une pièce active d'échangeur thermique dont les plans longitudinaux moyens des arêtes creuses gaufrées sont perpendiculaires à leur plan de symétrie globale. Les mêmes références sont utilisées pour les figures A2 et B2. La seule différence entre les arêtes creuses 12 a-b des deux figures concerne les orientations de leurs plans moyens par rapport à leur plan de symétrie globale.

La section longitudinale B1 de l'ébauche simplifiée 32 (gaufrages effacés) de la pièce active 20 et sa section transversale C2 le long du plan de coupe CC', font apparaître que cette

ébauche 32 a la forme d'un empilement de soufflets globalement biconvexes 34, dont les flancs 33 a-b et 35 a-b sont comparables à ceux d'un accordéon. Sur les sections B1 et C2, les soufflets représentés sont, par commodité, au nombre de quatre seulement. Selon la section C2, les crêtes opposées 36a et 36b de chaque soufflet sont à la fois arasées, fines (0,3 mm par exemple) et larges (2 mm, par exemple) la distance qui sépare ces crêtes étant de 50 mm environ, dans le cas de l'exemple retenu. Les fonds 38a-b de ces soufflets sont plats et ont la même largeur (2 mm) mais une épaisseur notablement plus importante (1,2 mm, par exemple). Dans le cas de l'échangeur de petites dimensions retenu à titre d'exemple, la base de chaque soufflet 34 mesure environ 17 mm avec une profondeur de 25 mm. Ces dimensions ont permis une bonne pénétration de la tranche de paraison concernée jusqu'au fond des rainures du moule utilisé pour la fabrication de cette ébauche. Dans ces conditions, l'angle au sommet formé par les plans moyens de ses flancs 33a-b et 35a-b est d'environ 50°, soit 25° pour le demi-angle formé par ces plans moyens et leur plan de symétrie transversale et de 10 ou 40°, pour ceux des facettes planes des creux et des bosses du gaufrage. Ces derniers demi-angles sont supérieurs à l'angle minimal de dépouille de toute pièce moulée.

Selon la vue de face réelle C1 et la section longitudinale simplifiée B1, les extrémités 40 et 42 de chaque soufflet 34 de l'ébauche 32 ont la forme de portions de demi-troncs de cône. Les centres de ces portions tronconiques sont alignés sur les axes 25-27 des ébauches des futurs collecteurs d'alimentation 44-46, lesquels ont, par exemple, 16 mm de diamètre et aboutissent aux tubulures de raccordement 28 et 30, représentées en A1 et C1. La dimension longitudinale des soufflets 34 est, bien évidemment, celle indiquée pour les arêtes 22 de la section A1. Les jonctions convexes des flancs 37a-b et 39a-b des deux demi-soufflets extérieurs de l'ébauche 32, comportent des bossages longitudinaux 41-43, destinés à servir d'appui aux centres des parois convexe et concave de l'enveloppe de la pièce active 20 (voir en A2, la section droite 11a-b de cette enveloppe). La distance entre les bossages d'appui 41-43 est par exemple de 130 mm, pour l'ébauche 32 à sept soufflets visée plus haut.

La figure 3 représente les coupes transversales A3 et B3 des deux échangeurs thermiques élémentaires précédents, réalisées selon les demi-plans de coupe décalés AA' et BB' de la vue de face C1, qui respectivement traversent un creux et une bosse du gaufrage des parois des plaques de ces échangeurs. De même, les deux demi-coupes transversales, représentées en C3, sont celles d'une ébauche à parois gaufrées, réalisées selon ces mêmes demi-plans de coupe. Les références portées sur les coupes des figures 2 et 3 sont identiques. Les parois des plaques d'un échangeur et celles des soufflets d'une ébauche représentées sur les coupes A3, B3 et C3 (demi-plans de coupe AA' et BB') se distinguent de celles représentées en A2, B2 et C2 par le fait que, au lieu d'apparaître rectilignes comme ces dernières (plan de coupe CC'), les parois des arêtes 12a et celles 33a et 39a des soufflets 34 de

la figure 3 présentent une pliure en creux et les parois des arêtes 12b et celles 33b et 39b de ces soufflets, une pliure en bosse.

La figure 4 représente une vue perspective simplifiée (gaufrages effacés) d'une des mâchoires 52, en forme de bloc parallélépipédique épais 54, du moule 50 de fabrication de l'ébauche 32. Dans le cas d'une ébauche en polymère ou en verre, le bloc 54 pourra être en aluminium et, dans le cas où cette ébauche doit être en métal, ce bloc pourra être en acier à haute résistance mécanique. La face supérieure 56 du bloc 54, qui constitue le plan de joint du moule, comporte un nombre relativement important de rainures évasées, allongées, contiguës 62. Ces rainures 62 comprennent une partie centrale globalement rectiligne 64, possédant une section droite moyenne en forme de trapèze isocèle. Le fond rectiligne 66 de chaque rainure 62 est étroit et correspond à la petite base du trapèze. Les flancs 68a-b de ces rainures 62 sont identiques aux flancs 33a-35a de l'ébauche 32. Les crêtes rectilignes 70 des bossages de séparation de ces rainures 62, ont des largeurs identiques à celles des fonds 38a-b des soufflets 34 de la figure 2 (vue C2). Quant aux fonds 66 des rainures 62, leur largeur est celle de l'épaisseur interne des arêtes plus deux fois l'épaisseur de leurs parois, soit 3 mm, dans le cas de l'exemple présenté. Des portions symétriques de troncs de cône 67a-b et 69a-b (portions supérieures à un quart) constituent des prolongements des flancs obliques 68a-b des rainures évasées 62 qui se rejoignent et aboutissent au plan de joint 56 du moule. Les extrémités des fonds rectilignes étroits 66 des rainures 62 se prolongent par des quarts de cylindres 65a-b qui aboutissent au plan de joint 56. Des portions de surfaces cylindriques 72 et 74, de 16 mm de diamètre, par exemple, taillées dans les bossages de séparation des rainures 62, au départ des portions de troncs de cône 67a-b et 69a-b, constituent des parties de moule, qui engendreront les bords des ébauches des collecteurs d'alimentation 44 et 46, représentés sur la vue B1 de la figure 1. Les centres de ces portions de surfaces cylindriques 72-74 sont alignés sur les axes 25-27 de deux demi-cavités 76 et 78, (12 mm de diamètre, par exemple), pourvues de demi-épaulements 77-79. Ces demi-cavités 76-78 sont creusées dans la face supérieure du bloc 54 et elles engendreront les tubulures de raccordement 28-30 de l'ébauche 32 et leurs épaulements 29-31. Ces axes 25-27 sont parallèles entre eux, perpendiculaires aux crêtes 70 des bossages de séparation des rainures 62 et situés dans le plan de joint 56 du moule. La demi-cavité 76 est ouverte sur l'extérieur.

La figure 5 représente en perspective, en A5 et B5, les vues partielles simplifiées (gaufage effacé) de deux demi-coquilles 80 et 82 qui, assemblées et soudées, constituent l'enveloppe 81 de l'échangeur thermique élémentaire, selon l'invention. Ces deux demi-coquilles ont été fabriquées au moyen de techniques banales dans l'industrie (thermoformage d'une feuille de polymère ou emboutissage d'une feuille métallique). Chacune de ces demi-coquilles 80-82 est destinée à envelopper une moitié longitudinale de la pièce active 20 de

l'échangeur élémentaire et à former les moitiés des deux tubulures de raccordement 94 et 110 de l'enveloppe 81.

La vue partielle A5 de la demi-coquille 80 fait apparaître une paroi extérieure convexe 84, comportant, tout autour, un méplat continu étroit 85 et, au milieu, un bossage longitudinal de même largeur 86. Ce méplat et ce bossage sont respectivement adaptés à établir l'écart réduit prévu plus haut (à titre d'exemple, 1 mm) par rapport aux limites hors tout de la pièce active 10, à l'exception toutefois des bossages d'appui 41-43 de cette pièce active. A l'extrémité de la demi-coquille 80, apparaît en relief, la forme 88 de la portion de tronc de cône 40 (voir vue C1 de la fig.1) qui assure le raccordement des deux éléments rectilignes de la paire d'arêtes longitudinales convexes extérieures 13 (voir vue A2 de la fig.2). Au centre de la forme 88, apparaît une ouverture circulaire 90, dont l'entourage 92 est destiné à être appliqué et soudé à l'épaulement 29 de la tubulure de raccordement 28 de la pièce active 20. A l'extrémité de la demi-coquille 80, on aperçoit la partie extrême d'une demi-tubulure de raccordement 94 de l'enveloppe 81 de la pièce active 10. Les flancs 96a-b de la demi-coquille 80 sont d'autant plus hauts que le nombre de paires d'arêtes longitudinales 22 est important. Deux rebords 98a-b entourent les bords extérieurs de la demi-coquille 80 (flancs 96a-b et demi-tubulure 94). Ces rebords apparaissent également en A2 sur la fig.2.

La vue partielle B5 de la demi-coquille 82 fait apparaître une paroi extérieure concave 100, comportant tout autour, un méplat continu étroit 102 et, au milieu, un creux longitudinal de même largeur 104. Ce méplat et ce creux sont respectivement adaptés à établir un écart réduit, semblable à celui visé plus haut. A l'extrémité de la demi-coquille 82, apparaît en creux la forme 106 de la portion de tronc de cône 42 qui assure le raccordement des deux éléments rectilignes de la paire d'arêtes longitudinales concaves extérieures 15 (coupe A2). Au centre de la forme 106, apparaît un disque 108, situé à l'opposé de l'ouverture 90 de la demi-coquille 80. A l'extrémité de la demi-coquille 82, est disposée la demi-tubulure de raccordement 110 de l'enveloppe 81. Les flancs 112 a-b de la demi-coquille 82 ont la même hauteur que ceux 96a-b de la demi-coquille 80. Deux rebords 114 a-b entourent les bords extérieurs de la demi-coquille 82. Ces rebords 114a-b sont destinés à être soudés aux rebords 98 a-b de la demi-coquille 80.

La figure 6 représente l'agrandissement de deux choses, (1) une vue de face d'une moitié longitudinale de la paroi gaufrée d'une plaque allongée creuse 22 d'un échangeur thermique élémentaire réel et (2) une vue de face semblable du flanc gaufré des rainures 62 d'un demi-moule réel, utilisable pour la fabrication des ébauches de cet échangeur. Dans les deux cas, les parois gaufrées de l'ébauche ou des rainures du demi-moule utilisé pour sa fabrication comprennent une suite alternée de creux 120 et de bosses 122, en forme de toits à quatre pentes, deux en forme de trapèze 124-126 et deux en forme de triangles isocèles 128-130. La profondeur d'un creux 120 et la hauteur d'une bosse 122 sont chacune de 2,5 mm par

exemple. Les indices b et c, affectés aux références de ces quatre pentes, en identifient respectivement les bosses et les creux, représentés en grisé. Les demi-plans de coupe AA' ou BB' visés plus haut traversent en leur milieu les trapèzes en creux 124c et 126c ou les trapèzes en bosses 124b et 126b. Les lignes de jonction des trapèzes 124 et 126 sont
5 référencées 121 et 123 suivant que ces trapèzes appartiennent à des creux ou des bosses. On notera que chacun de deux flancs gaufrés 33-35 d'une ébauche réelle ou de ceux 68 a-b d'une rainure 62 d'un demi-moule réel, comporte une suite alternée de creux et de bosses qui fait face à une suite alternée de bosses et de creux. Les lignes en pointillés 129 représentées le
10 128c qui appartiennent respectivement à une bosse ou à un creux, chaque ligne de pointillés étant la grande diagonale d'un losange. Le plan de coupe CC' visé plus haut suit ces lignes 129. Les rectangles étroits 132 et 134, qui apparaissent aux deux extrémités de la suite de creux et de bosses 120-122 sont des zones planes de raccordement de la partie centrale (1) des plaques creuses 22 et de leurs raccords d'extrémités 24-26 dans le cas des échangeurs ou (2)
15 des rainures 62 du demi-moule avec leurs extrémités en portions de troncs de cône 67 a-b et 69 a-b. Les bords 136 et 138 représentés sur la figure 6 sont les lignes de crête 36 ou de fond 38 des ébauches 32.

La figure 7 représente la vue agrandie en coupe longitudinale le long des lignes médianes 121-123 des parties centrales de deux plaques creuses contiguës 140 et 142 à parois
20 gaufrées, séparées par un espacement 144. Selon cette coupe longitudinale centrée, le gaufrage décrit à la figure 6 se traduit, après écrasement contrôlé de l'ébauche, par la création de plaques creuses 140-142, aux parois 146 a-b et 148 a-b, formées d'une suite de bosses, telles 150a ou 152b, et de creux tels 152a ou 150b, reliés ensemble par des pentes à 30° environ, telles que 154a-b. L'écart entre deux lignes extrêmes 150a et 150b est de 5 mm
25 environ. L'épaisseur interne d'une plaque creuse 140-142 à parois gaufrées est sensiblement constante, de 2 mm par exemple. La largeur de l'espacement ondulé 144 qui les sépare est lui aussi sensiblement constant et du même ordre de grandeur que l'épaisseur interne des plaques.

Dans ces conditions, un tel gaufrage a pour effet de donner au moment d'inertie de la paroi par rapport à son plan moyen, une valeur plusieurs centaines de fois supérieure à celle
30 du même moment d'inertie d'une paroi plane d'un demi-millimètre d'épaisseur. La raideur de la partie centrale de la paroi est augmentée dans les mêmes proportions, cependant que celle des crêtes et des fonds des soufflets des ébauches demeure très faible, ce qui permet à ces crêtes et à ces fonds de jouer le rôle de charnières souples, prenant un rayon de courbure très petit au moment de l'écrasement contrôlé de l'ébauche, cependant que les flancs demeurent
35 globalement plans.

Grâce à ces dispositions, l'échangeur thermique selon l'invention apparaît avec les avantages de toutes ses caractéristiques de fabrication et d'emploi. Pour ce qui est de sa

fabrication, on notera tout d'abord que les moules concernés font appel à des procédés usuels de fabrication et qu'ils seront utilisés dans le cadre de techniques banales dans l'industrie. Il en est de même des équipements à fonctionnement automatique tels que les extrudeuses, compresseurs et systèmes de déplacement, que l'on retrouve dans tous les ateliers de fabrication de récipients de toutes formes, en polymère ou en verre, destinés à contenir les liquides les plus divers. Il en va de même des équipements, opérant à très haute pression d'eau, utilisés pour l'hydroformage de pièces métalliques.

A partir d'une ébauche, ayant la forme d'un empilement de soufflets globalement biconvexes, comparables à ceux d'un accordéon, sortant des moules selon l'invention, la transformation de cette ébauche 32 en une pièce active 20 de l'échangeur thermique élémentaire selon l'invention, fait appel à une opération nouvelle en soi, réalisée au moyen d'une machine-outil particulière, adaptée à cet effet. Cette opération constitue soit un écrasement symétrique des soufflets de l'ébauche soit un retournement brusque des demi-soufflets convexes de cette ébauche, orientés dans une première direction, vers leurs demi-soufflets globalement symétriques, orientés dans une seconde direction (ils étaient convexes et ils deviennent et demeurent concaves). Dans les deux cas, l'opération est réalisée en appliquant aux soufflets une force de compression parallèle à leur axe d'empilement. Cette force sera engendrée par une dépression contrôlée appliquée à l'intérieur de l'ébauche 32 et/ou par un piston à profil convexe, avançant à vitesse également contrôlée, associé à un appui fixe à profil concave. Ce piston et cet appui auront la même dimension longitudinale que les arêtes de la pièce active finalement réalisée. Dans le cas où la force de compression est engendrée par une dépression, on notera que les forces omnidirectionnelles externes, qui en résulteront, agiront dans la direction du mouvement le plus aisé, à savoir l'axe d'empilement des soufflets de l'ébauche. On remarquera que les bascules bistables, constituées par les demi-soufflets de l'ébauche qui, dans leur second état stable, ont pris la forme des parois concaves d'arêtes longitudinales obliques et creuses, peuvent, à titre démonstratif, reprendre leur premier état, par la simple application d'une pression suffisante à l'intérieur de la pièce active terminée, mais à condition toutefois que les parois de celle-ci aient conservé ou retrouvé une souplesse minimale. Il en est de même pour les demi-soufflets qui ont subi un écrasement symétrique.

Il est bien évidemment nécessaire, pour que toutes ces opérations soient possibles et se déroulent correctement, que l'ébauche introduite dans la machine particulière, devant effectuer un tel écrasement ou un tel retournement, comporte des crêtes et des fonds suffisamment souples et élastiques. Cela, afin que leur limite de rupture soit relativement élevée et que le retournement ou la compression symétrique des flancs concernés des parties centrales des soufflets et de leurs raccords d'extrémité puisse s'effectuer sans risque de fissures ou d'éclatement. Au cas où le passage, du moule à la machine de compression de

l'ébauche, comporterait un temps mort relativement important, cette ébauche se refroidirait et, notamment dans le cas du verre, pourrait voir sa souplesse abaissée en deçà de la limite minimale imposée par un bon retournement ou une bonne compression. Dans ce cas, la machine en question devrait, en amont, comporter des moyens pour réchauffer l'ébauche, afin
5 de lui redonner la souplesse qui lui est nécessaire, pour que les demi-soufflets concernés puissent être retournés sans dommages.

On notera que les raccords creux des extrémités des parties centrales des plaques creuses globalement symétriques d'un échangeur thermique élémentaire selon l'invention ainsi que les raccords biconvexes de son ébauche, qui ont été décrits ci-dessus, sont des
10 portions de troncs de cône. Ce type de surface n'est bien entendu pas le seul à pouvoir être utilisé. En effet, toute surface retournable (une pyramide très évasée, à base carrée et sommet arasé, est retournable par rapport à un plan de retournement contenant sa base, par exemple) peut être utilisée pour constituer les raccords biconvexes des extrémités des parties centrales des soufflets de l'ébauche selon l'invention.

15 Pour ce qui concerne les gaufrages des flancs des soufflets, on notera que des toits à quatre pentes ne sont pas la seule manière de les réaliser, des bosses et des creux en forme de calottes et de cuvettes, à fonds plus ou moins arrondis, sont également possibles.

Quant à la fabrication et à la mise en place de l'enveloppe de l'échangeur thermique élémentaire, on notera que ces opérations font également appel à des techniques banales dans
20 l'industrie. Pour ce qui est de la fixation étanche des demi-coquilles l'une sur l'autre et sur les tubulures de raccordement de la pièce active, on pourra bien évidemment prévoir des joints d'étanchéité et des rebords adaptés à s'emboîter les uns dans les autres et à le demeurer.

Quant aux orientations en sens opposés des tubulures de raccordement de la pièce active, il est évident que ces orientations différentes permettent une meilleure circulation des
25 fluides à l'intérieur des pièces interne et externe, mais elles peuvent, sans dommage majeur, être identiques.

Comme cela a été dit plus haut, l'échangeur thermique élémentaire selon l'invention, entouré ou non d'une enveloppe étanche, décrit ci-dessus, présente toutes les caractéristiques
30 nécessaires à ce type d'appareil et il satisfait toutes les spécifications particulières le concernant. Il n'est bien évidemment pas limité aux formes de réalisations décrites.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire monobloc, à grande efficacité, encombrement limité, poids réduit, faible coût de production et, généralement, inaltérabilité intrinsèque, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- réaliser dans un moule (50), par thermosoufflage ou hydroformage, une ébauche (32) en un matériau adéquat, constituée par un empilement de soufflets (34) globalement biconvexes, relativement profonds en regard de la dimension transversale de l'ébauche et comparables à ceux d'un accordéon, lesdits soufflets (34) comportant des parties centrales allongées, pourvues de raccords d'extrémités (40-42), de flancs (33-35), de crêtes (36) et de fonds (38) ayant respectivement des formes adaptées à ce que ces flancs (33-35) aient une raideur beaucoup plus grande que celles des fonds (38) et des crêtes (36), ledit empilement étant de son côté pourvu de deux tubulures de connexion 28-30), centrées sur les axes d'empilement (25-27) desdits raccords d'extrémités (40-42) ;

- les éléments constitutifs de cette ébauche (32) étant à températures, souplesses et élasticités appropriées, leur appliquer une dépression interne et/ou des forces de compression externes, parallèle à l'axe d'empilement des soufflets, puis relâcher et/ou arrêter ces dépression et/ou forces de compression, lorsque la pièce comprimée (10) ainsi réalisée devient un empilement de paires de plaques creuses (12-22), communicantes (16) et globalement symétriques, à épaisseur interne (14) et écartement (18) faibles, sensiblement constants ;

- si nécessaire, après le refroidissement de la pièce (10) ainsi réalisée, entourer celle-ci d'un organe (81) en assurant le serrage, afin de maintenir à leurs valeurs initiales les écarts entre les parois des paires de plaques (22).

2. Procédé pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire, selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moule (50) à utiliser pour sa mise en œuvre comporte des rainures évasées (62), à crêtes (70) et fonds (66) rectilignes, étroits et parallèles, les flancs (68 a-b) de ces rainures (62) sont gaufrés, les bosses d'un flanc faisant face aux creux de l'autre.

3. Procédé pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire selon la revendication 2, caractérisé en ce que les plans longitudinaux moyens des flancs gaufrés (68 a-b) du moule (50) forment des angles de 20 à 30° avec leur plan de symétrie et en ce que leurs raccords d'extrémités (67 a-b et 69 a-b) ont des profils de surfaces retournables.

4. Echangeur thermique élémentaire monobloc (20) à grande efficacité, encombrement limité, poids réduit, faible coût de production et, généralement, inaltérabilité intrinsèque, caractérisé en ce que :

- il est constitué par une pièce active unique (10), sans assemblage ni soudure, formée par un empilement de paires de plaques allongées (22), creuses (14), communicantes (16) et globalement symétriques ;
- les faces internes des parois (12 a-b ou 150 a-b / 152 a-b / 154 a-b) de chaque plaque creuse (22 ou 140-142), de même que les faces externes des parois de deux plaques creuses contiguës (140-142), sont en tous points séparées les unes des autres par des espaces étroits (14 ou 144), sensiblement constants ;
- ces paires de plaques creuses (22) constituent les conduits élémentaires de la pièce active (10) qui comportent des parties centrales allongées (23) dont les deux extrémités sont reliées les unes aux autres, par deux raccords creux (24-26) ;
- chaque conduit élémentaire de la pièce active (10) possède deux collecteurs d'alimentation dont les axes sont confondus avec les axes d'empilement (25-27) des raccords d'extrémités (24-26) ;
- l'une des extrémités de chaque collecteur se termine par une tubulure de connexion (24-26) de la pièce active (10).

5. Echangeur thermique élémentaire (20) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les parois (150 a-b / 152 a-b / 154 a-b) des paires de plaques creuses (140-142) sont gaufrées et globalement symétriques, cependant que leurs plans longitudinaux moyens sont perpendiculaires à leur plan de symétrie.

6. Echangeur thermique élémentaire (20) selon la revendication 4, caractérisé en ce que les parois (150 a-b / 152 a-b / 154 a-b) des paires de plaques creuses (140-142) sont gaufrées et globalement symétriques, cependant que leurs plans longitudinaux moyens forment ensemble des dièdres de 120 à 160° et que leurs raccords d'extrémités (24-26) ont été réalisés à partir de surfaces retournables.

30

7. Ebauche (32), réalisée par la mise en œuvre de la première étape du procédé, selon la revendication 1, pour fabriquer un échangeur thermique élémentaire monobloc, caractérisée en ce que :

- elle comprend un empilement sans soudure de soufflets globalement biconvexes (33, 35, 37, 39) comparables à ceux d'un accordéon ;
- les extrémités des parties centrales de ces soufflets sont pourvues de raccords symétriques, le cas échéant, retournables (40-42) ;

- les soufflets cet empilement ont des crêtes arasées (36 a-b) et des fonds étroits (38 a-b), les raideurs de ces fonds et crêtes sont très faibles par rapport à celle de leurs flancs (33 a-b / 35 a-b / 37 a-b / 39 a-b) ;

5 - les flancs des soufflets et ceux des raccords d'extrémités (40-42) ont des profondeurs importantes, en regard de la dimension transversale de l'ébauche (32).

8. Ebauche (32) selon la revendication 7, caractérisée en ce que, pour assurer une raideur appropriée aux flancs (33 a-b / 35 a-b / 37 a-b / 39 a-b) des soufflets, chaque flanc présente une série alternée de creux (120) et de bosses (122), notamment en forme de toits à
10 quatre pentes, les creux d'un flanc correspondant aux bosses de l'autre.

9. Echangeur thermique pour fluides confinés, comprenant un ou plusieurs échangeurs élémentaires (20) selon la revendication 4, installés dans une enveloppe (81), caractérisé en ce que :

15 - l'enveloppe (81) est formée par deux demi-coquilles (80-82) qui entourent complètement ce ou ces échangeurs (20), en en épousant la ou les formes extérieures globales, tout en ménageant des espaces étroits à leur égard et en gardant contact avec les lignes centrales externes (41-43) de leurs deux plaques creuses d'extrémités ;

20 - chaque demi-coquille (80-82) enveloppe une moitié longitudinale d'un échangeur thermique ou de l'ensemble formé par plusieurs échangeurs (20) et elle comporte, à chacune de ses extrémités, une demi-tubulure de connexion (94-110), et dans son fond, une ou plusieurs ouvertures de fixation (90) ;

25 - les bords (98a-b et 114a-b) de ces demi-coquilles et de ces demi-tubulures sont fixés les uns aux autres d'une manière étanche et le ou les bords (92) de cette ou de ces ouvertures (90), fixés de même à l'une des deux tubulures de connexion (28-30) de cet échangeur ou de chacun de ces échangeurs.

10. Moule (50) pour fabriquer une ébauche (32) de la pièce active (20) d'un échangeur thermique élémentaire, réalisé selon le procédé de la revendication 1, caractérisé en
30 ce que :

- il comprend deux mâchoires métalliques (52), en forme de blocs parallélépipédiques (54), symétriques par rapport à leur plan de joint (56) ;

35 - dans chacun de ces blocs (54), sont creusées des rainures évasées allongées (62), à crêtes (70) et fonds (66) rectilignes, étroits et parallèles, dont les flancs (68 a-b) sont gaufrés, creux et bosses de l'un faisant face aux bosses et creux de l'autre ;

- les crêtes (70) des bossages de séparation des rainures (62) sont parallèles au plan de joint (56) et elles présentent, à l'égard de ce plan, un écart supérieur à leur propre largeur ;

5 - les angles, formés avec leur plan de symétrie par les plans longitudinaux moyens des flancs (68a-b) de chacune des rainures (62) du moule, sont supérieurs à un angle minimal, imposé par les conditions de moulage correct des crêtes de l'ébauche, et, de préférence, inférieur à un angle maximal de retournement, imposé par la limite de rupture du matériau utilisé ;

10 - les extrémités des flancs (68a-b) et des fonds (66) des rainures (62) se rejoignent pour former des surfaces symétriques, le cas échéant, à profil retournable (67a-b et 69a-b), qui aboutissent au plan de joint (56) du moule, les deux axes d'empilement (25-27) de ces surfaces étant situés dans ce plan de joint ;

15 - ces deux axes d'empilement (25-27) étant ceux des futurs collecteurs (44-46) d'alimentation des conduits élémentaires de la pièce active, des portions de cylindre (72-74) sont taillées dans chacun des bossages séparant deux rainures contiguës, afin de délimiter ces collecteurs ;

 - l'une des deux extrémités de chacun de ces axes (25-27) comporte une cavité semi-cylindrique (76-78), prévue pour mouler la moitié de l'une des deux tubulures (28-30) de connexion de la pièce active (20) ;

20 - l'une de ces cavités semi-cylindriques (76) débouche sur l'extérieur.

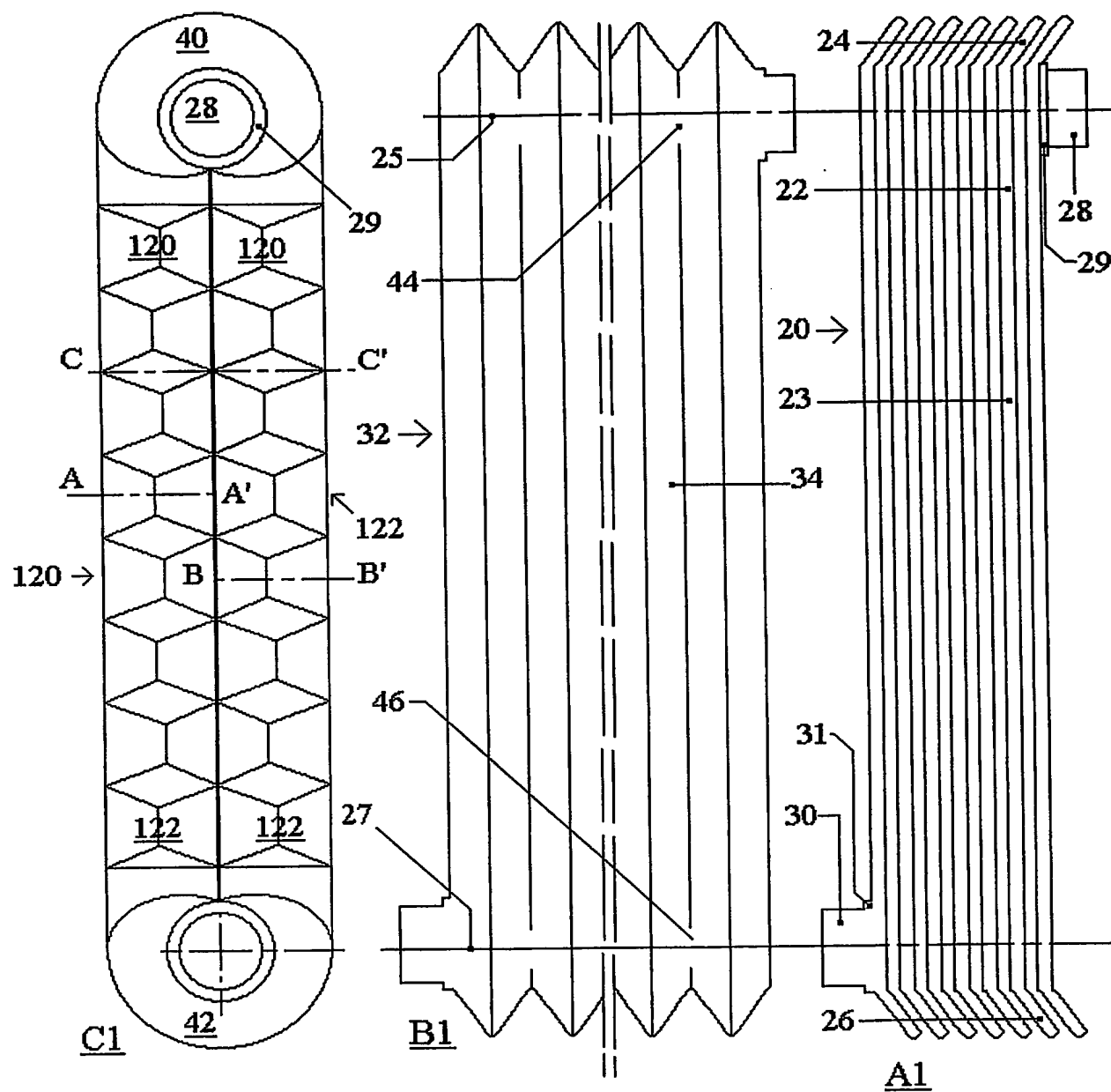


FIGURE 1

FIGURE 2

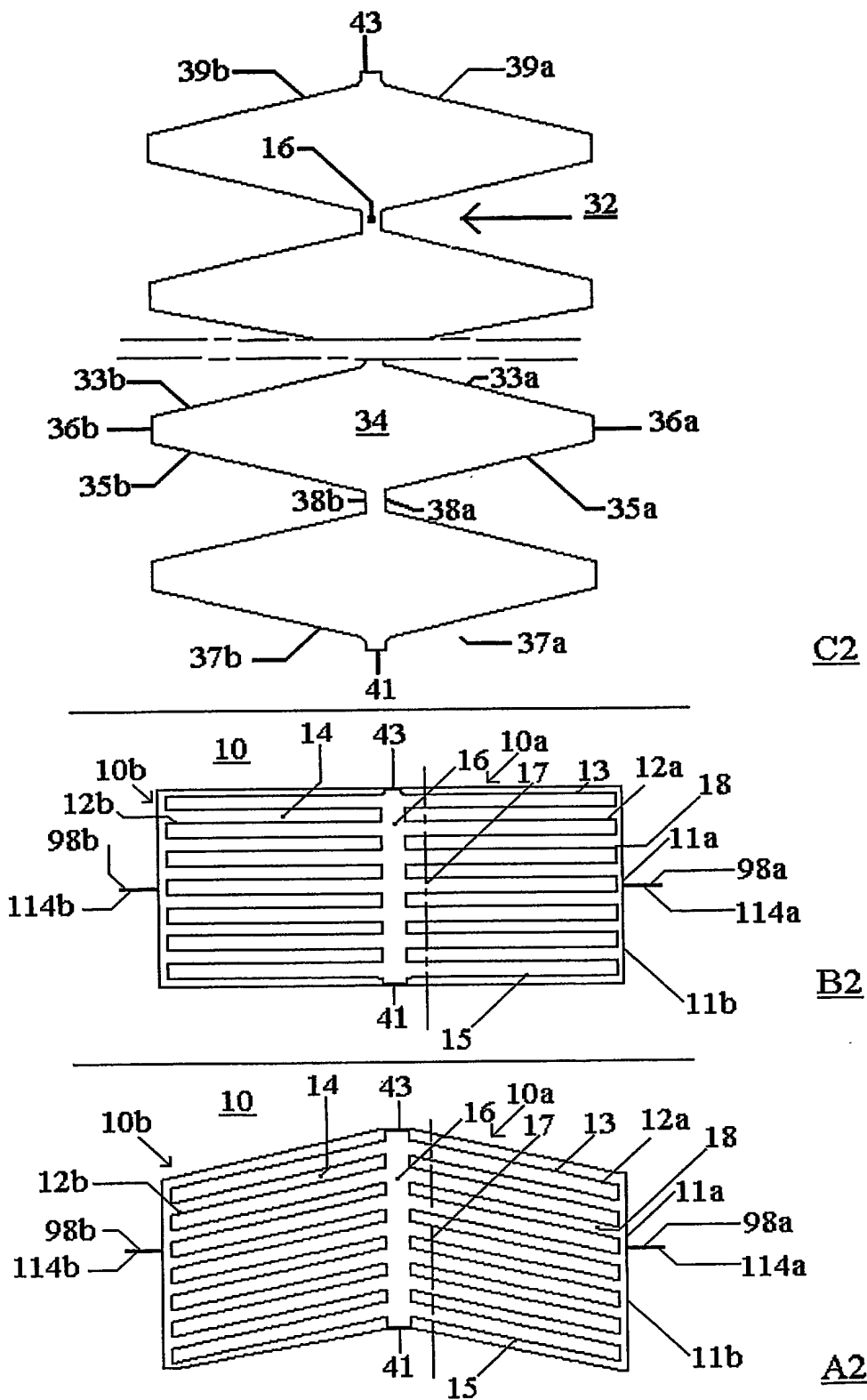
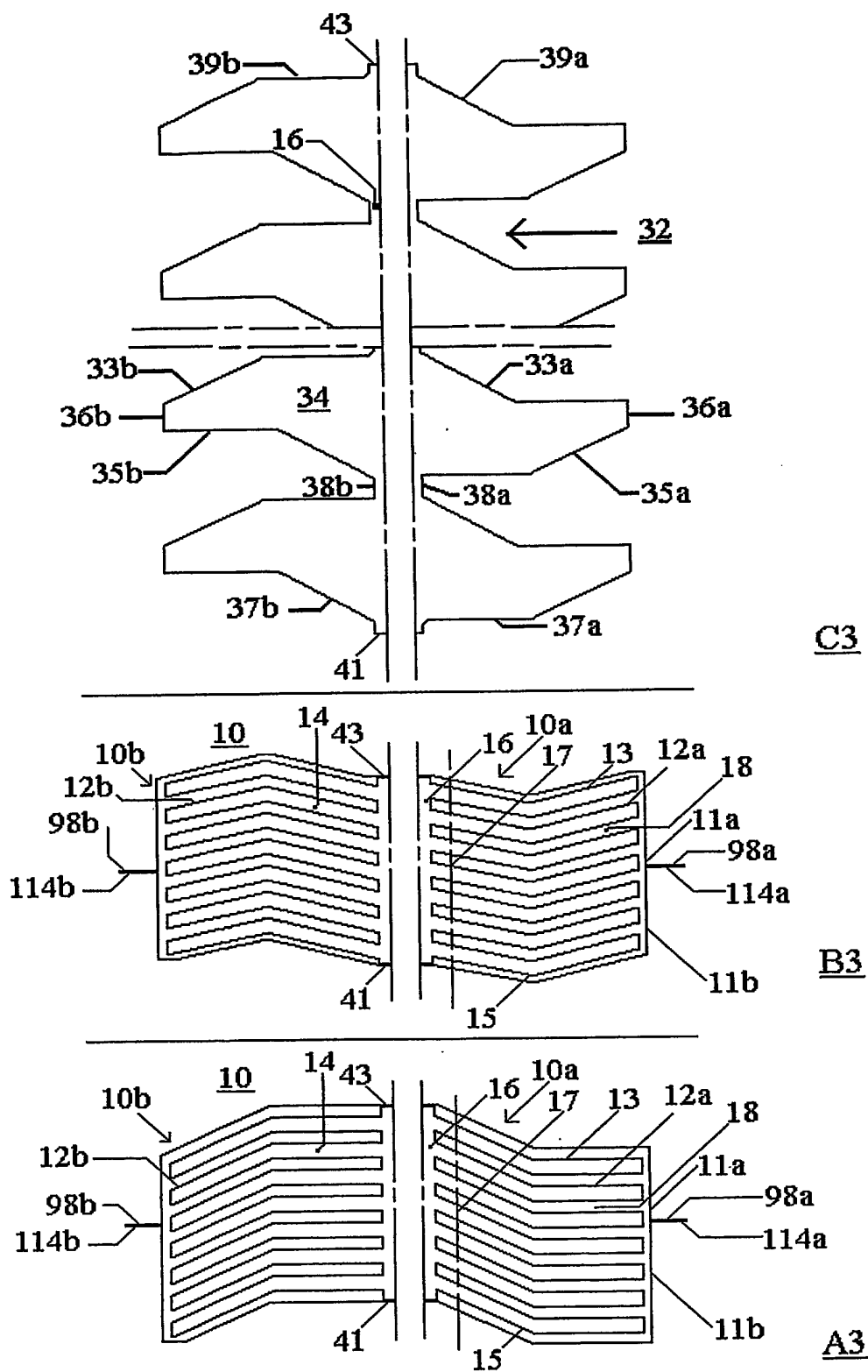


FIGURE 3



4/6

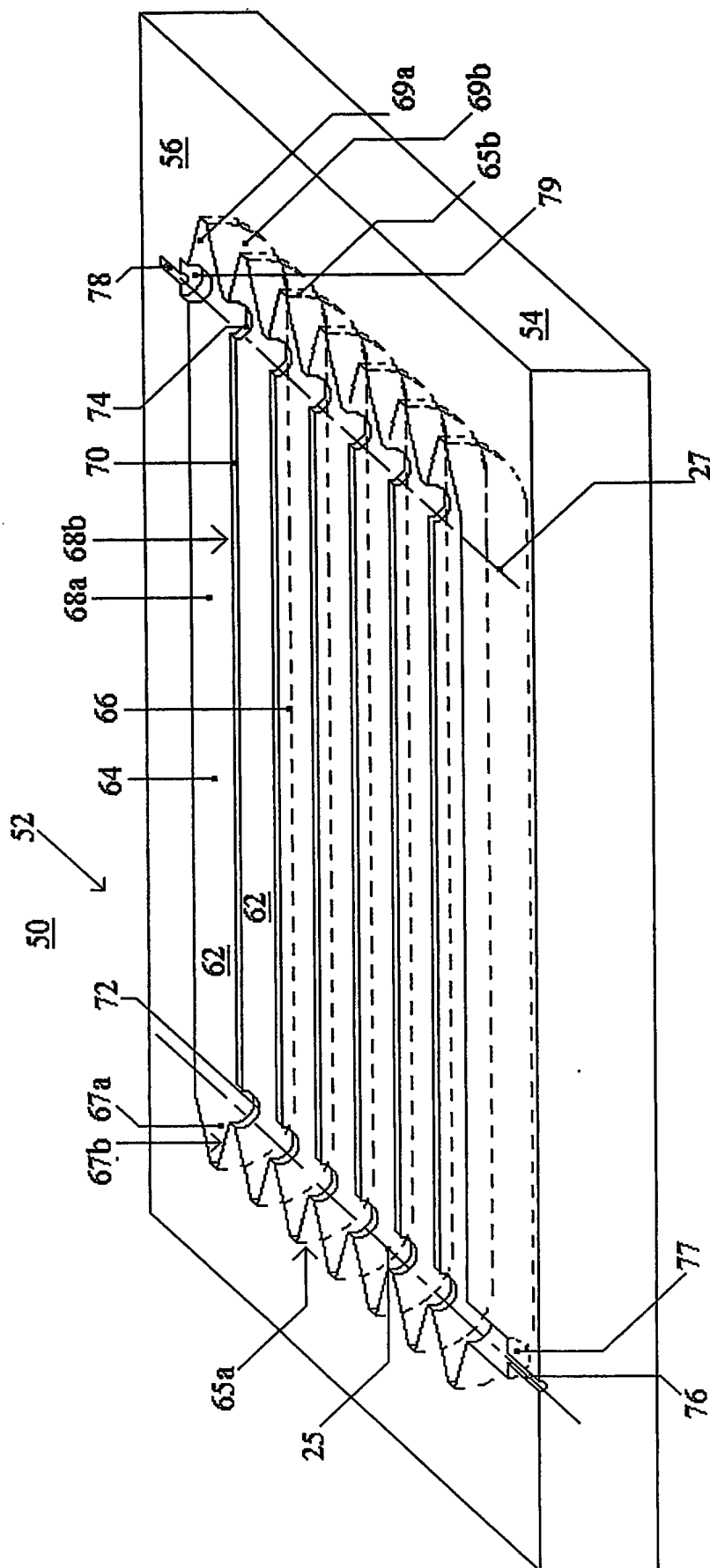
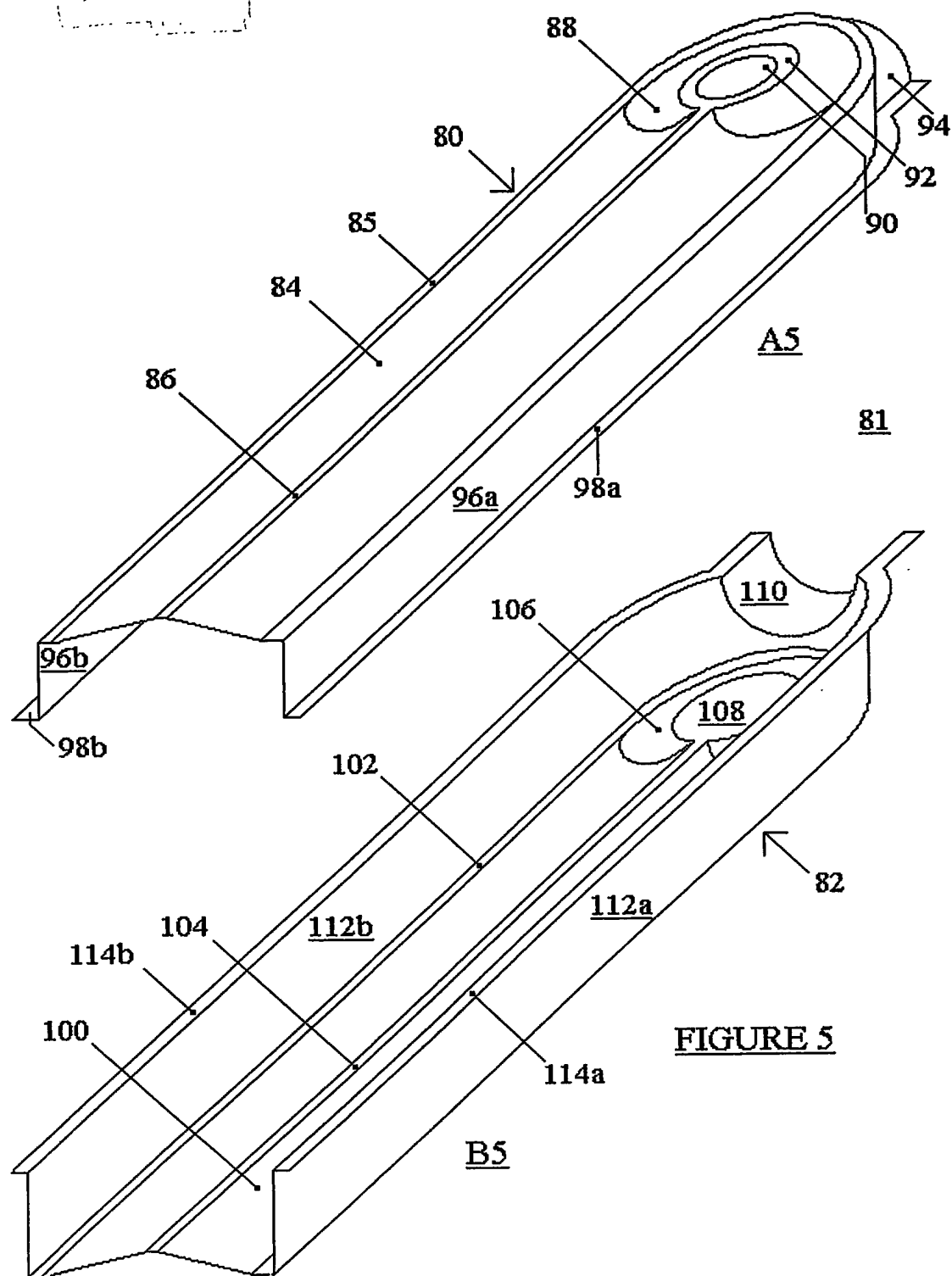
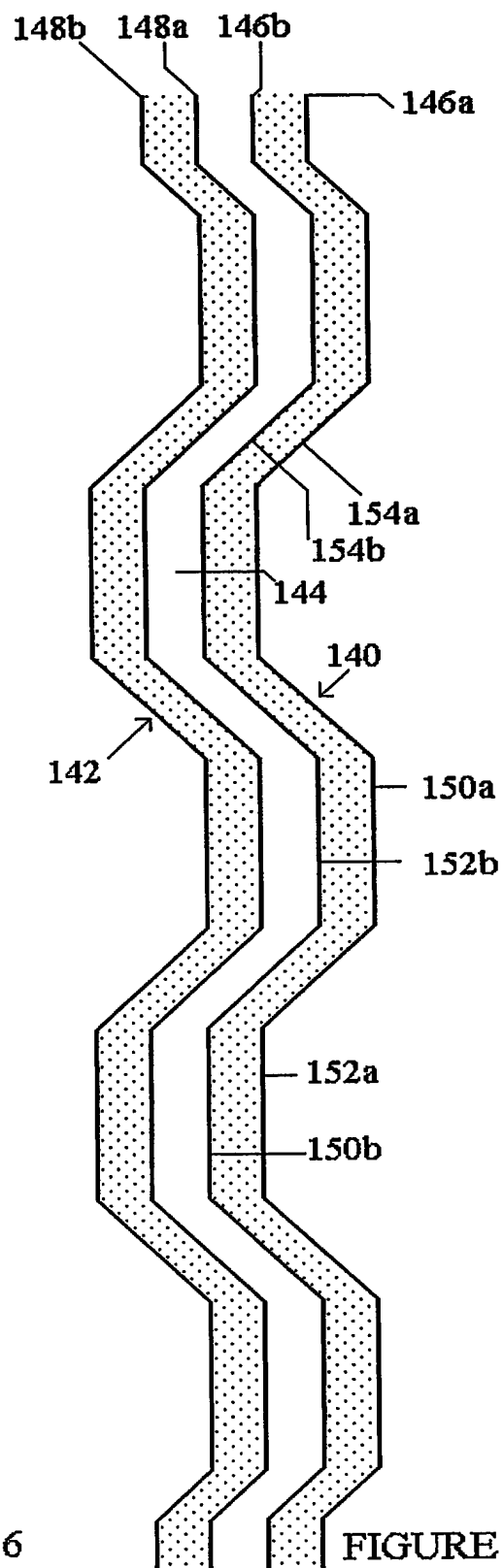
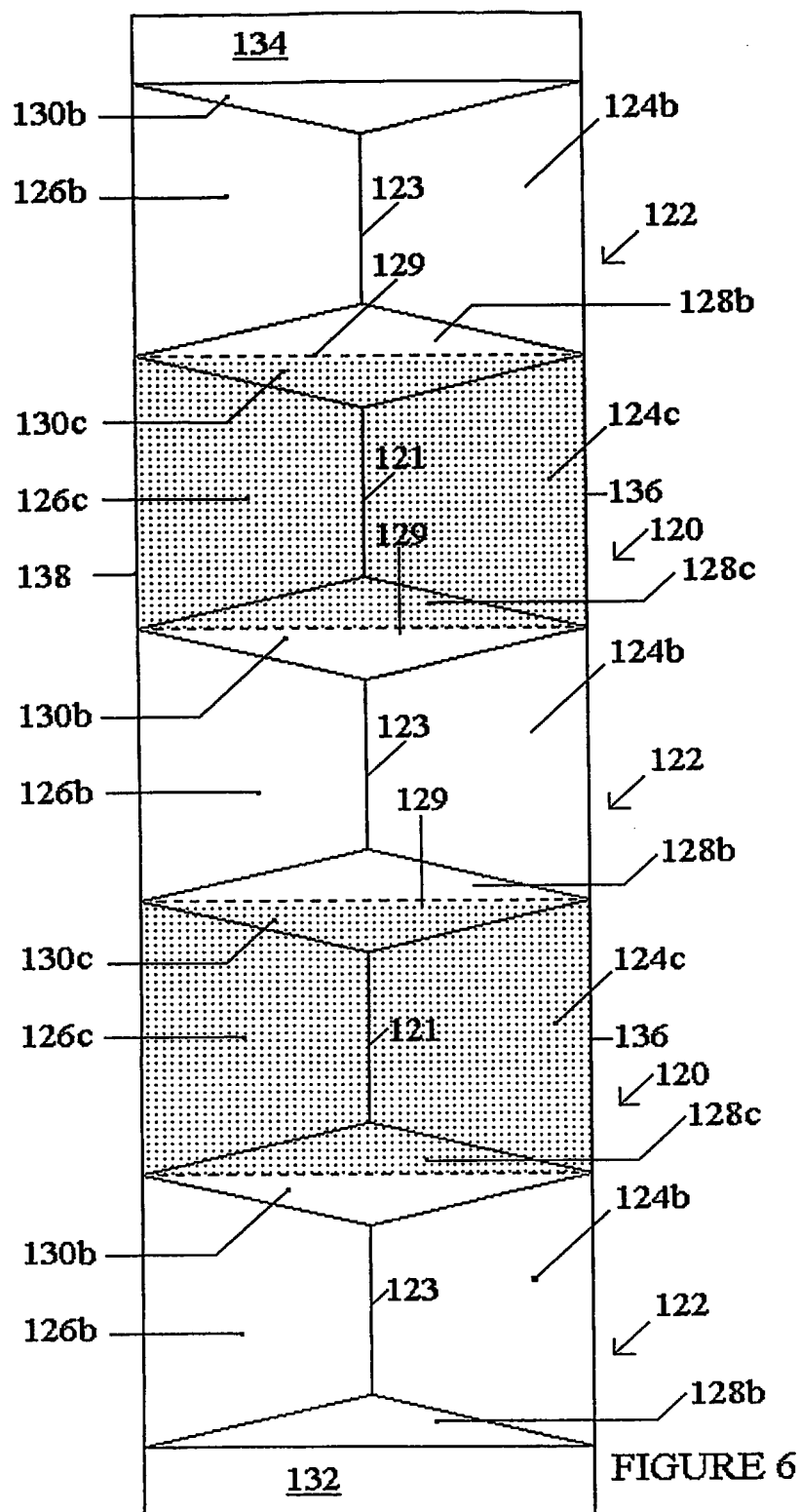


FIGURE 4





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC 03/03692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F28D9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F28D B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 122 505 A (EBARA CORP) 8 August 2001 (2001-08-08) abstract; figures	4,5,9
A	---	1,7,10
X	US 4 860 421 A (BRED A MICHAEL A ET AL) 29 August 1989 (1989-08-29) abstract; figures	4,5
A	---	1,7,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 187 (M-493), 2 July 1986 (1986-07-02) & JP 61 029697 A (SHOWA ALUM CORP), 10 February 1986 (1986-02-10) abstract; figures	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2004

Date of mailing of the international search report

17/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/JP 03/03692

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1122505	A	08-08-2001	JP 2000121277 A	28-04-2000
			JP 2000220971 A	08-08-2000
			EP 1122505 A1	08-08-2001
			US 6681844 B1	27-01-2004
			CN 1121601 B	17-09-2003
			WO 0022364 A1	20-04-2000
US 4860421	A	29-08-1989	NONE	
JP 61029697	A	10-02-1986	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No
PCT/03/03692

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 F28D9/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 F28D B23P

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 122 505 A (EBARA CORP) 8 août 2001 (2001-08-08)	4,5,9
A	abrégé; figures	1,7,10
X	US 4 860 421 A (BRED A MICHAEL A ET AL) 29 août 1989 (1989-08-29)	4,5
A	abrégé; figures	1,7,10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 187 (M-493), 2 juillet 1986 (1986-07-02) & JP 61 029697 A (SHOWA ALUM CORP), 10 février 1986 (1986-02-10) abrégé; figures	1-10

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 mai 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/05/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Mootz, F

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No

PCT/SA/210 03/03692

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1122505	A	08-08-2001	JP 2000121277 A	28-04-2000
			JP 2000220971 A	08-08-2000
			EP 1122505 A1	08-08-2001
			US 6681844 B1	27-01-2004
			CN 1121601 B	17-09-2003
			WO 0022364 A1	20-04-2000
<hr/>				
US 4860421	A	29-08-1989	AUCUN	
<hr/>				
JP 61029697	A	10-02-1986	AUCUN	
<hr/>				